





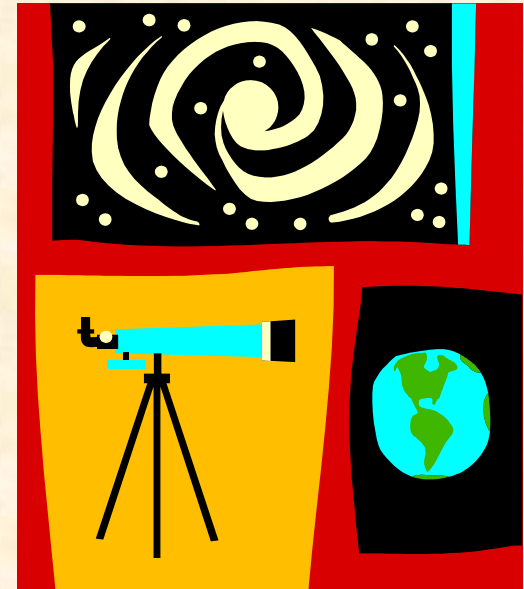


第8章. 环境生态

-  **8.1 环境生态学的作用和地位**
-  **8.2 生态系统理论与景观生态学**
-  **8.3 干扰对生态系统的影响**
-  **8.4 恢复生态学理论**
-  **8.5 生态系统管理**
-  **8.6 案例研究**

问题与讨论

- 你认为生态学中重要的原理是什么？
对于环境科学与工程，生态学的重要性表现在哪些方面？
- 举例说明解决环境问题过程中应用了那些生态学理论与方法？



8.1 环境生态学的作用和地位

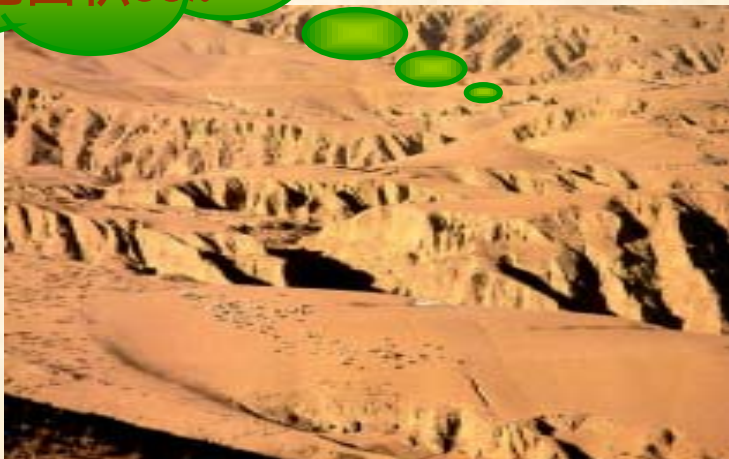
8.1.1 环境生态学

为解决**生态破坏**和**环境问题**提供新思路；依据生态学原理，研究受损生态系统变化机制、规律、修复对策等问题。

8.1.2 研究内容

生态系统内在变化机理规律对人类干扰的反馈效应，寻求受损生态系统恢复、重建和保护对策的科学。

黄土高原水土
流失约占国土
陆地面积38%



A

原本秀美的科尔沁草原演变成我国面积最大沙地



B



太行山树木过度
砍伐导致动植物
物种加速灭绝



D

长江源头牦牛
过渡放牧导致
植被退化

图8-1 人类干扰造成
生态环境退化

生态系统类型

陆地生态系统：

森林、草地、荒漠

水域生态系统：

海洋、河流、湖泊

湿地生态系统



8.2 生态系统理论

8.2.1 生态系统

英国生态学家A.G.Tansley于1935年首先提出。

- **定义**：一定空间栖居的所有生物与环境间由于不断进行物质循环和能量流动形成的统一整体。
- **功能**：生物生产、物质循环、能量流动和信息传递。
- **结构是功能的基础，结构功能相互依存制约转化。**
- **固有属性**：反馈（如自我调控）。



绿色卡片：景观生态学

定义：研究由不同生态系统组成整体（即景观）的空间结构、相互作用协调功能及动态变化的生态学分支。

研究内容：景观空间异质性发展和动态，异质性景观相互作用和变化，空间异质性对生物和非生物过程影响，空间异质性的管理等。

应用：生态建设规划、区域生态环境预警、土地生态评价、城市风景园林设计等。

景观生态 (Landscape Ecology)

- ❑ 在一个相当大的区域内，由许多不同生态系统所组成的整体（即景观）的空间结构、相互作用、协调功能及动态变化的一门生态学新分支。
- ❑ 景观生态学以整个景观为研究对象，强调空间异质性的维持与发展，生态系统之间的相互作用。
- ❑ 应用：大区域生物种群的保护与管理，环境资源的经营管理，以及人类对景观及其组分的影响。在景观这个层次上，低层次上的生态学研究可以得到必要的综合。

关于景观的3个概念

观点之一：

景观的直观景象来认识。这是景观的最原始和最普通概念，它主要应用于景观建筑学，它主要应用于景观建筑学，这里寓有美学因素。

关于景观的3个概念

✂️ 观点之二：

在地质学、地貌学、土壤学和植被科学中，景观原理用以说明个体各属性在地表的结构格局，这个属性是这些学科的研究对象，如岩石、地表形态（地形）、土壤个体、植物群落等。地质景观、地貌景观、土壤景观和植被景观常被用来描述格局。

关于景观的3个概念

✂ 观点之三：

景观为一复合生态系统，这是最为综合的概念，包括了上述两种观点。

这种观点认为：景观是地球表层自然的、生物的和智能的因素相互作用形成的复合生态系统。景观这一生态系统有别于一般生态系统，它们有着不同的边界。一般生态系统是生物和环境以及生物各种群之间长期相互作用形成的继往开来整体，着重研究生产者、消费者和环境三者之间的相互关系。而景观生态系统是地表各自然要素之间以及与人类之间作用、制约所构成的统一整体。

基低、廊道和缀块




📁 Forman & Godron(1981,1986)认为，组成景观的结构单元不外乎以下3种：

📁 **基底 (matrix)**：指景观中分布最广、连续性最大的背景结构，如森林基底、草原基底、农田基底和城市基底。

📁 **廊道(corridor)**：指景观中与相邻两边环境不同的线性或带状结构，如防风林带、道路、河流、峡谷、电线。

📁 **缀块(patch)**：指与环境在外貌或性质上不同，并具有一定内部均质性的空间单元。

格局、过程与尺度

-  **格局 (pattern)** : 包括景观组成单元的类型、树木以及空间分布与配置。有均匀型、随机型和聚集型。
-  **过程 (process)** : 强调生态学过程的动态特征，如种群动态、群落演替、物质循环和能量流动等。
-  **尺度 (scale)** : 研究时采用的时间和空间单位。

景观异质性与异质共生理论

- ✉ 景观异质性的理论内涵是：景观组分和要素，如基质、镶块体、廊道、动物、植物、生物量、热能、水分、空气、矿质养分等等，在景观中总是不均匀分布的。由于生物不断进化，物质和能量不断流动，干扰不断，因此景观永远也达不到同质性的要求。
- ✉ 日本学者丸山孙郎从生物共生控制论角度提出了异质共生理论。这个理论认为增加异质性、负熵和信息的正反馈可以解释生物发展过程中的自组织原理。在自然界生存最久的并不是最强壮的生物，而是最能与其他生物共生并能与环境协同进化的生物。
- ✉ 因此，异质性和共生性是生态学和社会学整体论的基本原则。

8.2.2 生态系统层级理论与复合生态系统理论

- 生态系统层级理论：研究生态系统时空分层结构，
- 高低层次**差别**：时空、复杂性、分辨率和过程速率。

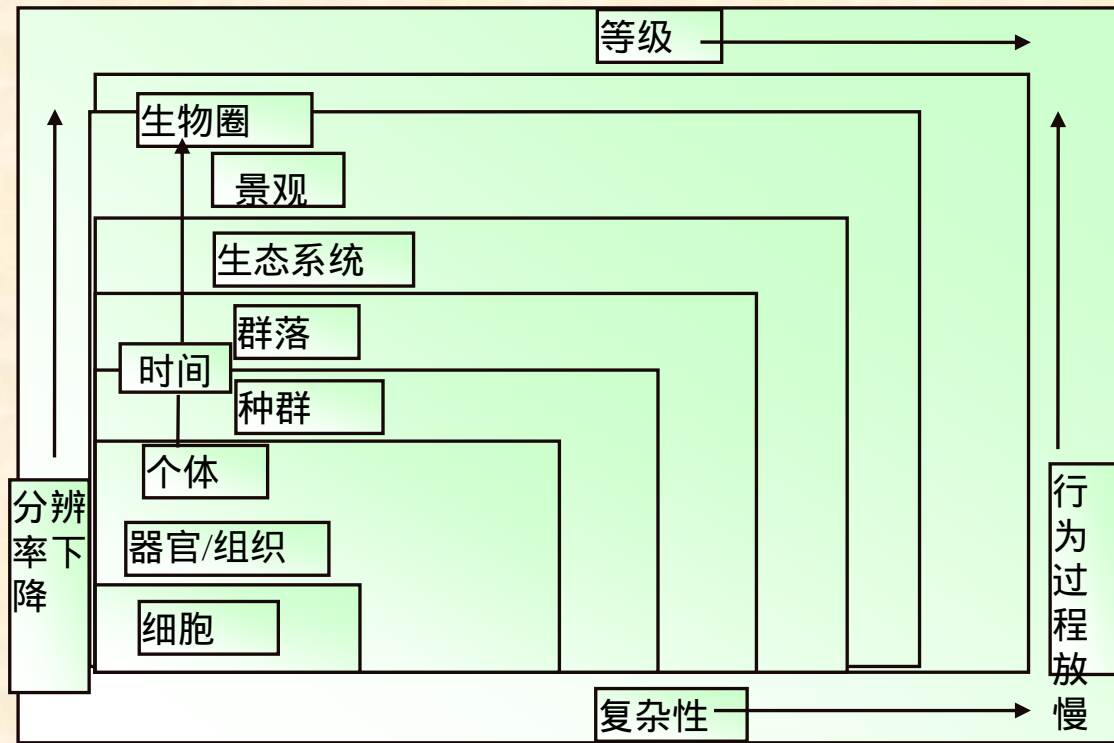


图8-2 生态系统的层级与行为（引自蔡晓明，2000）

8.2.3 生物多样性

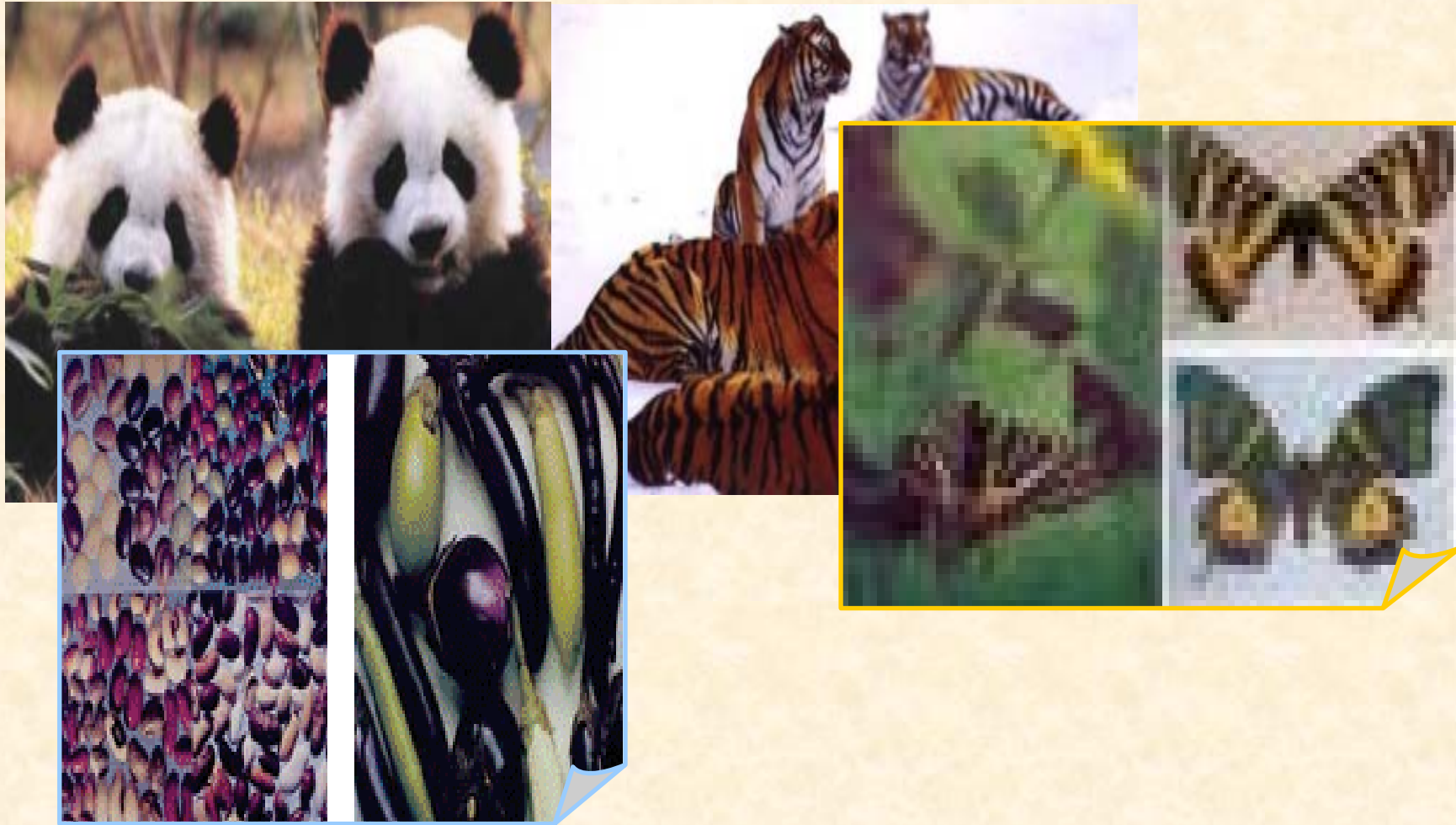


图8-3 生物多样性是人类宝贵的财富

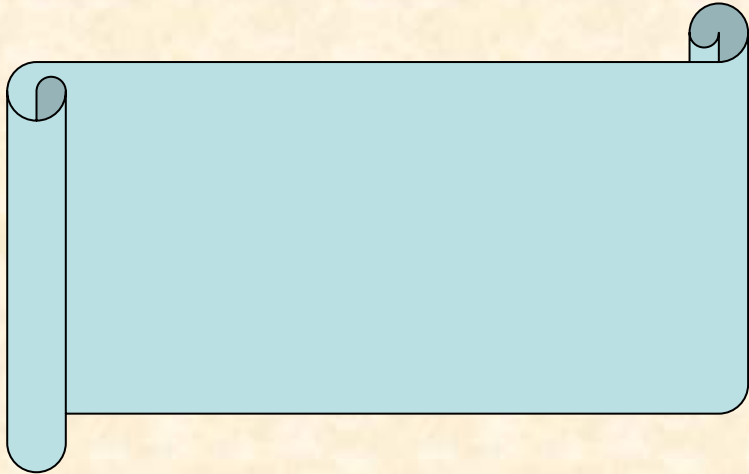


图8-3 生物多样性是人类宝贵的财富

生物多样性

是指生物、生物赖以生存的生态复合体以及各种生态过程中多样性和变异性的总和。使环境多样性重要内容之一。

生物多样性是生命系统的基本特征。生命系统包括多个层面，从微观到宏观，每一层面都具有多样性。目前研究较多的集中在：



- 遗传多样性
- 物种多样性
- 生态系统多样性
- 景观多样性



生物多样性理论

从生物进化论、生物分布多样化的生物地理学概念发展而来。二者相关且有综合发展为一景观生态学理论的趋势。为环境科学与工程提供理论基础。

反映地理空间分异的实质。如圈层、海陆、大陆与大洋地域分异等。地理学通常把地理分异分为地带性、地区性、区域性、地方性、局部性、微域性等若干级别。为解决环境问题提供理论基础和技术手段。

问题与思考

- 生物学多样性的价值？！
- 生态学价值？
- 环境价值？
- 对人类生存和发展的价值？



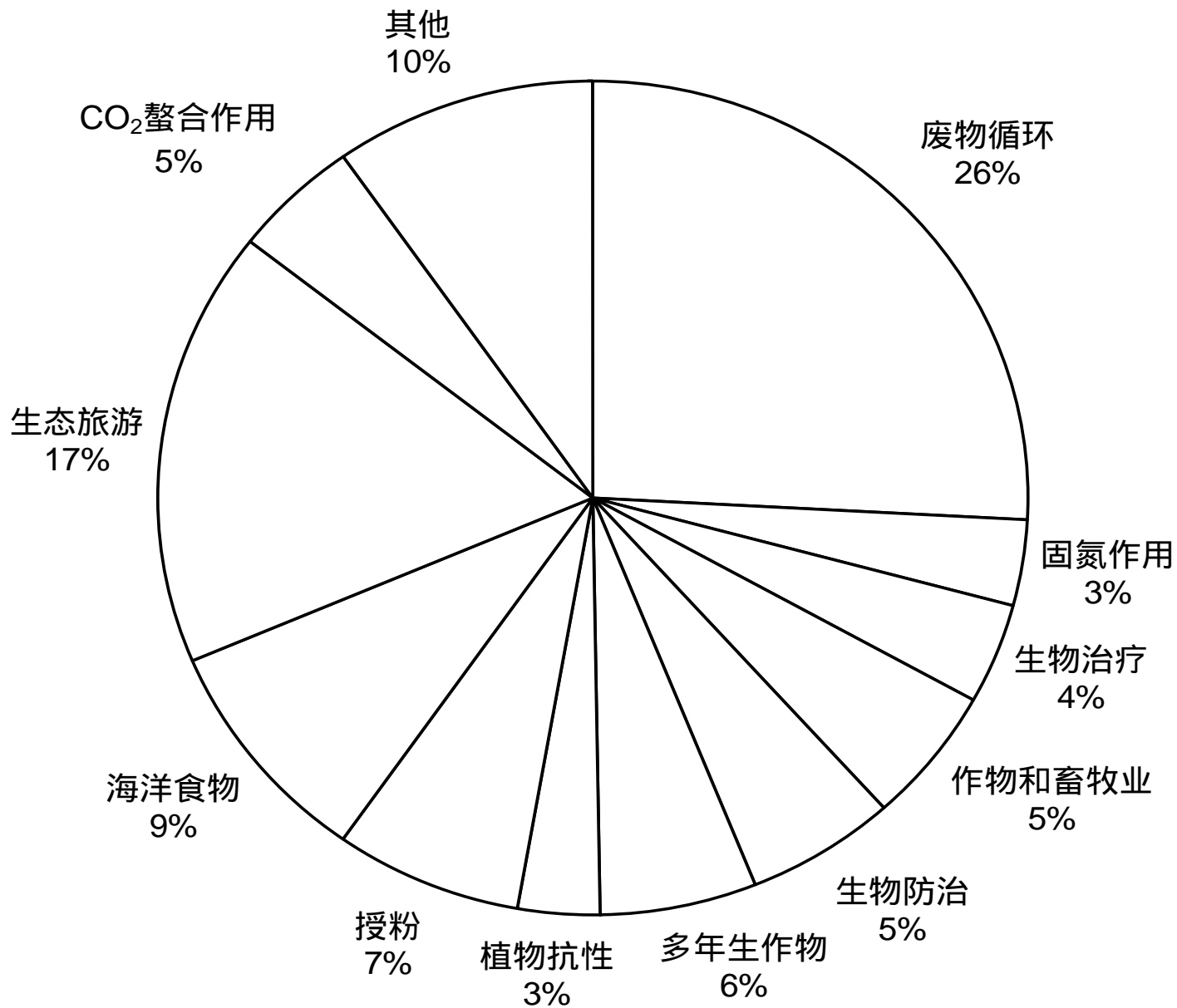


图 8-4 生物多样性为人类经济社会提供经济效益的比例 (引自蔡晓明)

关于生物多样性的价值

两种价值

直接价值：为人类利用的生物资源、工业原料

间接价值：调节气候、稳定水文、保护土壤，美学、文化价值，旅游资源重要成分

两种观点：多样性导致稳定性

多样性与稳定性无关甚至负相关

两种假说

铆钉假说：生态系统每一物种具同样重要功能

冗余假说：物种作用不同，某些物种在生态功能上有很大重叠。



绿色卡片： 多样性指数及其测度

- 多样性指数：群落所含物种的多寡，即物种丰富度；群落中各个种的相对密度，即物种均匀度。如：

- 物种丰富度指数、Simpson指数和Shannon-Wiener指数

- 多样性指数：沿环境梯度变化物种替代程度。不同群落共有种越少，多样性越大。如：

- Whittaker指数和Cody指数

- 多样性指数：区域总物种多样性，以物种丰富度量。

物种丰富度指数

假设有两个种各为99及1个体，则
 $H = -[(P_1 \log_2 P_1) + (P_2 \log_2 P_2)]$
 $= -[(0.99 \log_2 0.99) + (0.01 \log_2 0.01)] = 0.081$
如果两个种各为50个：
 $H = -[(0.5 \log_2 0.5) + (0.5 \log_2 0.5)] = 1.00$
可见第二群落比第一群落更为多样化。

Simpson指数

P_i 为种的个体数占群落中总个体数比例

Shannon-Weaver指数

$H' = - \sum P_i \log P_i$
 P_i 为种的个体数占群落中总个体数的比例

❁ Whittaker指数 (w)

$$w = S/m - 1$$

S 为所研究系统中记录的物种总数；
 m 为各样方或样本平均物种数。

❁ Cody指数 (c)

$$c = [g(H) + l(H)]/2$$

$g(H)$ 是沿生境梯度 H 增加的物种数目；
 $l(H)$ 是沿生境梯度 H 失去的物种数目。

8.2.4 生态系统演替

- **定义**：生态系统结构功能随时间推移发生变化过程。
- 群落规律性，方向性研究是争论焦点。
- **发生原因**：植物繁殖体迁移、散布和动物活动性，内外环境变化，种间种内关系改变，人类活动干扰。
- Tilman的资源比率学说解释生态系统演替中起到重要作用（1985）。
- **生态系统演替理论**：单元顶级理论、多元顶级理论和顶级格局假说。

Tilman的资源比率学说认为：

资源比率的变化最终可导致群落物种组成成分变化，即资源比率决定生态系统演替过程，**资源**控制生物区系，生物反过来改变其赖以生存的环境条件。

包括：养分、水分、光等被生物“消费”的生态因子。湿度、温度等不是资源。

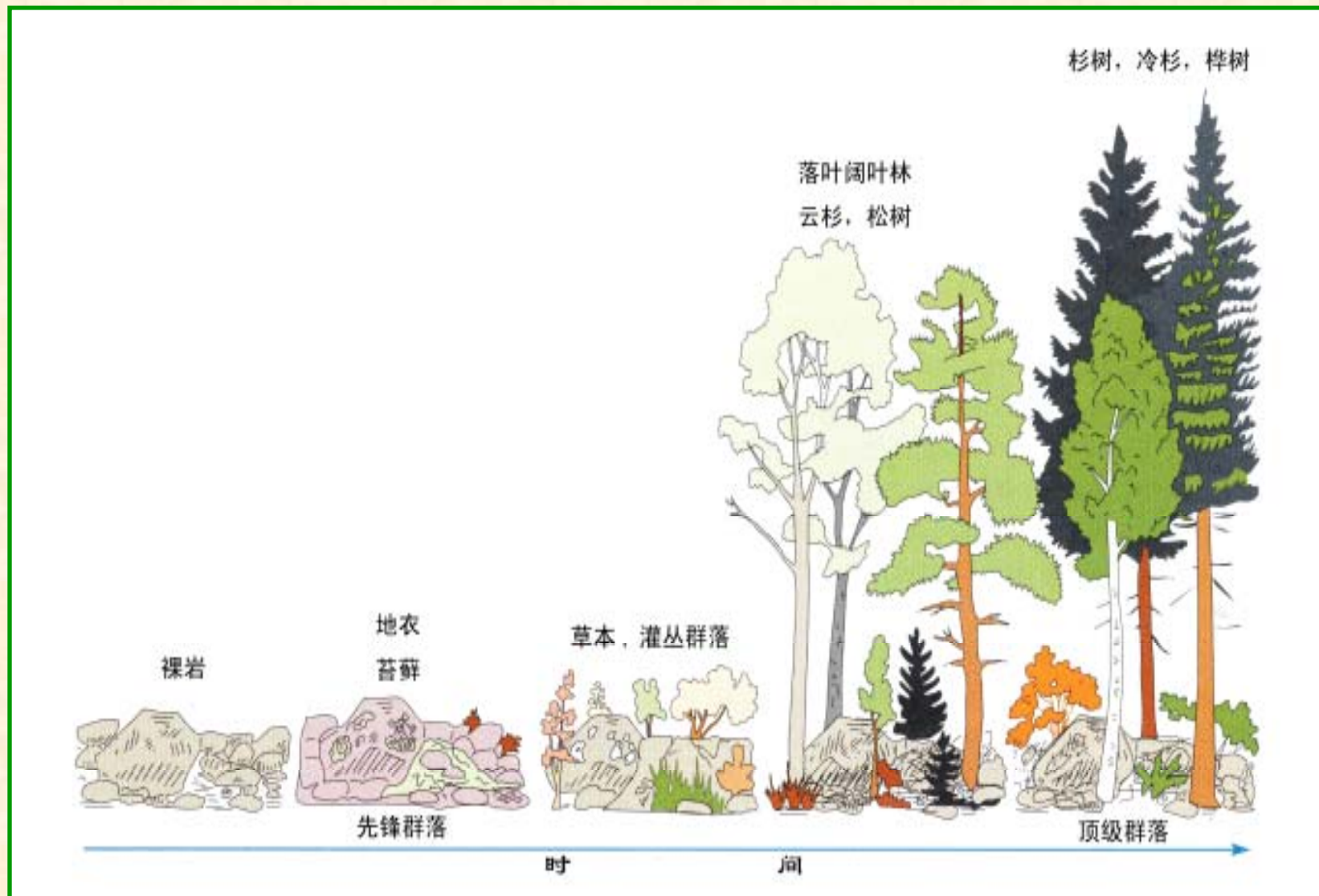
单元顶级理论：只有气候是演替决定因素，其它都是第二位。

多元顶级：除气候外其它因素都可决定顶级形成。

顶级格局：任何一区域内，环境因子都连续不断变化，随环境条件梯度变化，各种类型顶级群落也连续变化。

多重演替理论：演替方向取决环境因子性质，演替过程存在多途径现象，即演替有趋同性和趋异性。

图8-5 自然条件下植被演替过程（引自Cunningham等, 2002）



8.3 干扰生态学理论

8.3.1 干扰

(Disturbance , Perturbation 扰动 and Stress 胁迫)

内涵：

生态因子角度：群落外部不连续存在、间断发生的因子突然中断或连续存在因子超正常波动，引起有机体、种群或群落明显变化，使生态系统结构功能损害或改变现象。

景观尺度的干扰，指强烈改变景观结构和功能的事件。

- 1. 按干扰动因

自然干扰

人为干扰

指来自不可抗拒的自然力的干扰作用。分为物理因素（火、冰雹、风暴、洪水）和生物因素（大型肉食动物消失，草食动物压力减轻，植被动态变化）。地理区域不同，自然干扰因素不同

- 2. 按干扰来源划分

内源干扰

外源干扰

由于人类生产生活和其它社会活动形成的干扰体对自然环境和生态环境施加的各种影响 其作用范围、伤害强度、潜

内源因子对生态系统发生的作用 如森林生态系统中树

源于系统外部如强烈的冰雹、洪水、风暴、干旱等。

- 3. 按干扰性质划分

破坏性干扰

增益性干扰

如地质、气候灾害、森林的皆伐和长期过度放牧等掠夺式人为活动

如森林合理采伐、修枝，人工更新和低产低效林改造等。

干扰的生态学意义

有利于促进
系统演化

有些干扰作用能降低一个或少数几个物种的优势度，为其他物种相对增加了资源，增加了物种多样性有利于系统自然演化规律。

维持生态系统平衡和稳定的因子

经常处于变化环境中的物种比稳定环境中生存的物种更能忍受环境压力。由于不稳定群落常有对环境适应能力强的物种

调节生态系统

适度放牧即轻度干扰能促进群落的多样性和生产力




干扰的内涵

 **干扰范围**

干扰体作用空间范围的分布特点

 **频率和周期**

同一空间范围或组织水平内，单位时间某一干扰发生的次数

 **干扰强度**

干扰发生时，干扰因素所表达出的能量值。其定量分析视具体干扰类型来确定强度衡量的具体单位。常分为：轻度、中度和重度干扰

 **时间尺度**

干扰发生的具体时刻及持续的时间跨度，不同时间的干扰会产生不同的干扰效果。如渔业捕捞、森林砍伐等人为干扰时间不同，生态效果会有很大不同

干扰特点

多重性



对生态系统有多方面影响

相对性



同样事件，某种条件下对生态系统形成干扰，其他条件下可能无影响

尺度性



研究尺度差异，干扰定义也不同。对生态系统为干扰的事件，景观尺度上可能是正常扰动

不协调



干扰结果可能导致景观内部异质性提高，无法与原有景观格局协调

广泛性



存在于自然界各个尺度的各个空间

人为干扰的主要形式

- ◆ 对森林和草原植被的砍伐与开垦
- ◆ 污染（农药、生活和工业垃圾等污染）
- ◆ 采集（经济药用珍稀生物资源掠夺采集）
- ◆ 狩猎和捕捞
- ◆ 引入外来物种



生物入侵

因人类活动有意无意将外地生物引到本地后快速生长繁衍，危害本地生产和生活，改变当地生态环境，带来很大危害。



水葫芦中名凤眼莲，原产南美，世界十大害草之一。广泛分布河流、湖泊中，无性繁殖极快，形成单一优势群落，堵塞河道和淤填湖泊。

8.3.2 干扰与生态系统调控

生态系统有自我调节恢复能力，但有限，一旦干扰超过调节能力，会遭到不可逆的破坏。

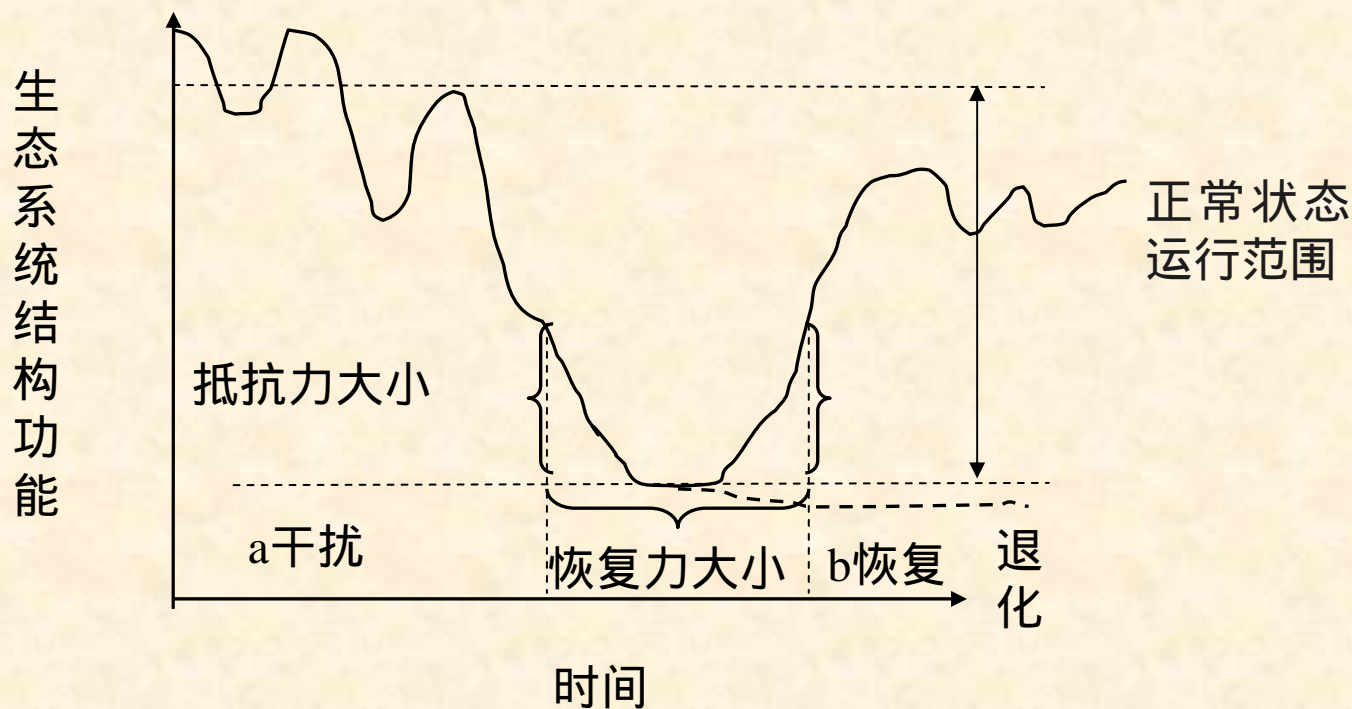


图8-6 反映生态系统结构和功能对干扰响应的概念框架

8.4 恢复生态学理论

8.4.1 生态恢复的内涵和特征

内涵：

改变生态系统退化的主要因子及过程，调整优化系统秩序，使其结构功能和生态学潜力恢复到一定或原有水平甚至上升到更高水平。

涵盖范围： 保护被严重干扰的局部区域

提高已退化土地生产力

提高景观保护地自然保护价值

恢复景观尺度和局部地区生态过程

表8-1 1995年中国退化的主要生态系统类型及面积

生态系统类型	总面积/ 10^6hm^2	退化面积/ 10^6hm^2	比例/%
农田	140	28	20
草地	400	132	33
林地	165.2	31.2	25
荒漠	0.130		
淡水水面	0.743	0.245	32
废弃矿地	2		

生态恢复原则

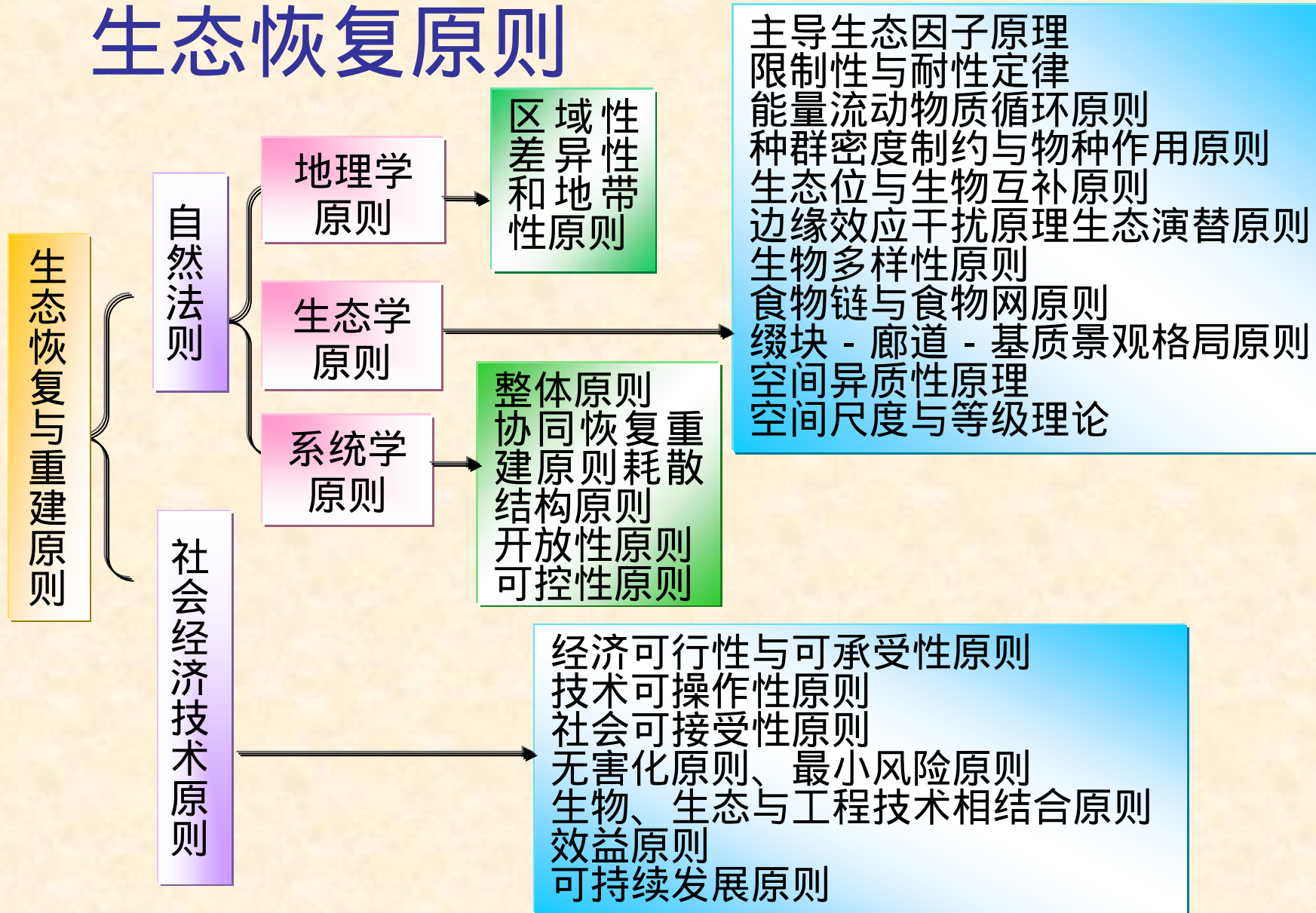


图8-7 生态恢复和重建的基本定律、原理和原则

(修改自盛连喜, 2002)

图8-8 黄土高原水土保持与生态恢复



B



C



D

8.4.2 生态工程

特点：低消耗、多效益、可持续。

涉及理论：系统理论、工程学理论和生态学理论。

模型：概念、文字、物理和数学模型。

应用：废污水资源化处理、林业保护、湖泊富营养化、水产养殖、土地改良、废弃地开发和资源再生等方面。

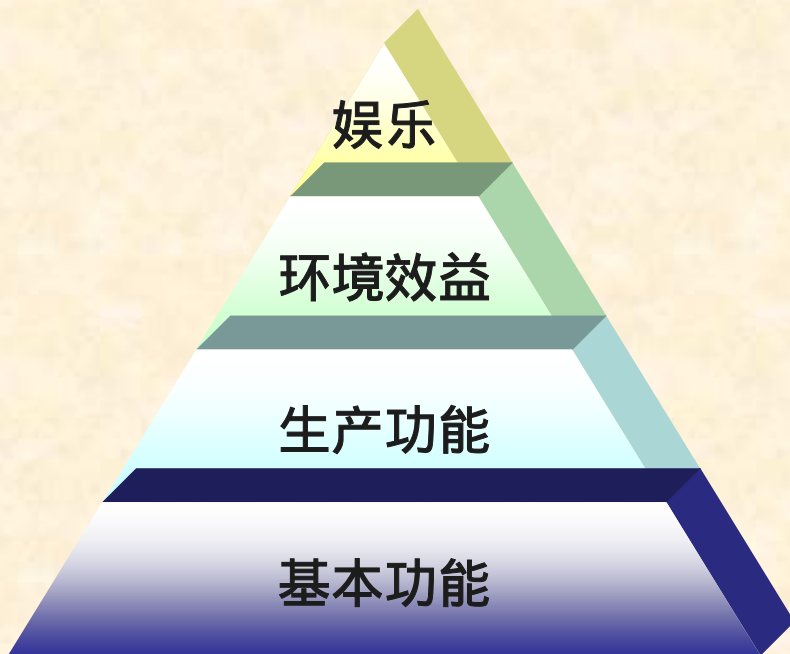
表8-2 生态工程与环境工程、生物工程和传统工程的比较

工程类型	传统工程	环境工程	生态工程	生物工程
基本单元	自然、社会系统	自然、社会系统	生态系统、景观	细胞
基本理论	工程学	环境科学 环境工程	生态学、环境科学与工程	遗传学 细胞生物学
基本能源	化石能	化石能	太阳能等可再生能源	化石能
基本费用	大量	大量	合理	大量
设计特点	人为	人为	人类辅助下自组织	人为
控制结构	任意	污染源	有机体与环境	遗传干扰
与自然关系	破坏	再污染	协调、无污染	干扰
生物多样性	减少	改变	保持或增加	改变

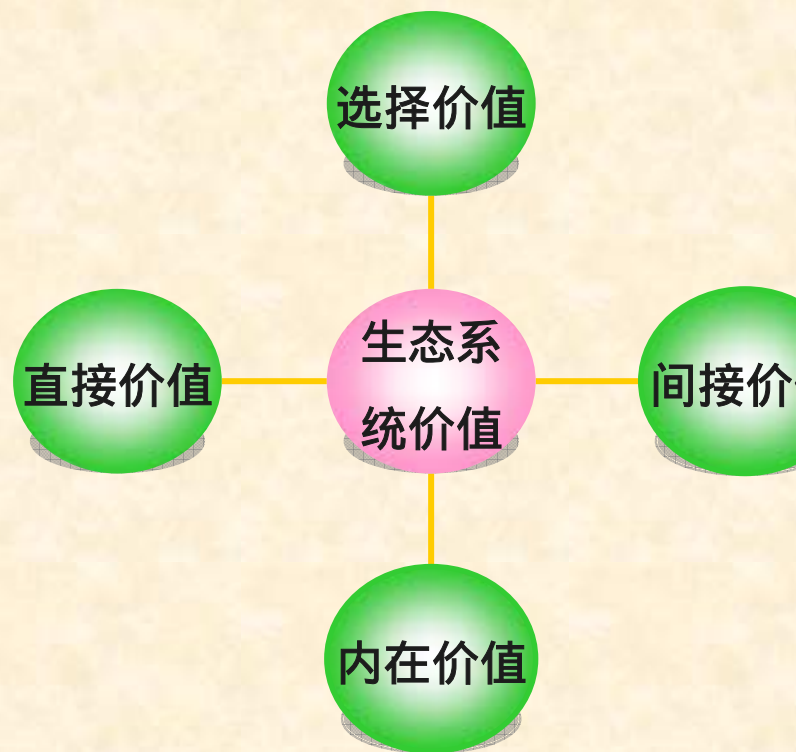
注：摘自钦佩，安树青，颜京松. 生态工程学. 南京：南京大学出版社，2002

8.5.1 生态系统价值评估

生态系统服务：人类赖以生存的自然环境条件与效用。



四个层次



四个类型

生态系统价值评估

- ✚ 1997年Costanza等生态学家对全球主要生态系统类型进行了生态服务价值评估,得出全球生态系统服务总价值为**33.2万亿**美元/年。
- ✚ 2000年1期《科学通报》张新时院士发表《中国生态系统效益的价值》论文中,对中国生态系统服务功能的价值进行了估算,全中国生态系统总价值为**77834.48亿元**(人民币)/年,占全球的**2.71%**。

OCED生物多样性经济价值分类系统

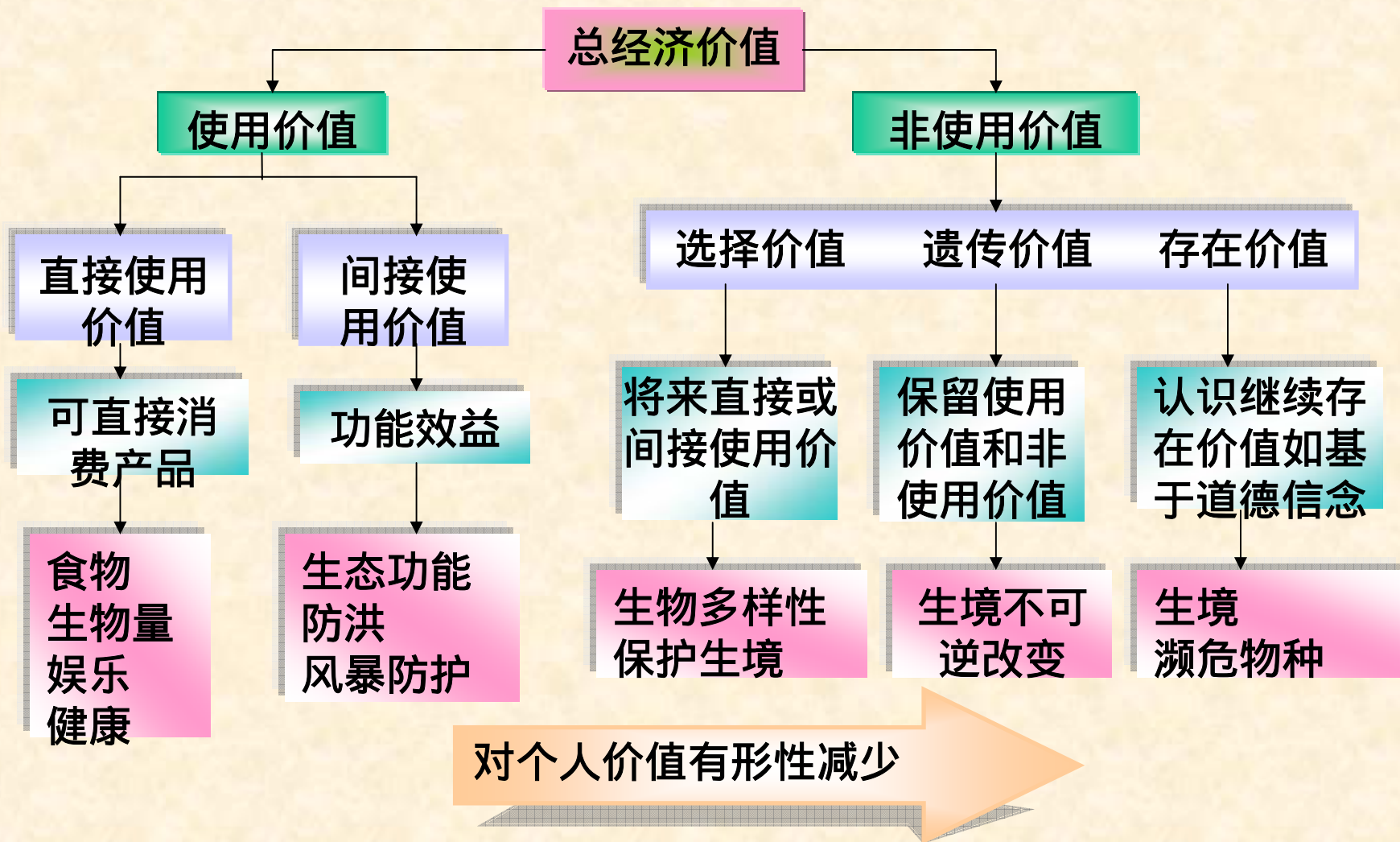


图8-9 OCED生物多样性经济价值分类系统（引自盛连喜，2002）

8.5.2 生态系统管理理论

生态系统管理:在充分认识生态系统整体性与复杂性的前提下，以持续获得期望的物质产品、生态和社会效益为目标，依据对关键生态过程和重要生态因子长期监测的结果而进行的管理活动（廖利平，赵士洞，1999）。

基本原则：整体性；动态性；再生性；平衡性；多样性（环境生态学，盛连喜等，2002。pp268-274）

管理难点：生态系统突变事件及对干扰不同响应缺少建立生态模型的生态学知识和原理 数据质量、取样偏差和分析错误。

8.5.3 岛屿生物地理理论

内容：岛屿上生物种数与岛屿距种源(大陆)远近和面积大小相关，即面积效应和距离效应。

- **研究对象：**岛屿物种组成、数量及其他变化过程

发展：达尔文考察海岛生物时，就指出海岛物种稀少，成分特殊，变异很大，特化和进化突出。以后的研究进一步注意岛屿面积与物种组成和种群数量关系，提出**岛屿面积**是决定物种数量最主要因子观点。

理论数学模型：1962年学者修改完善，和**最小面积概念**（空间最小面积、抗性最小面积、繁殖最小面积）结合，形成更有方法论意义的理论方法。

8.5.4 生境破碎化

生境破碎化

是指由于人为因素或环境变化而导致景观中面积较大的自然栖息地不断被分割破碎或生态功能降低。包括：

- **形态（景观结构）上的破碎化**
栖息地面积减少，斑块形状复杂化，边缘效应增加，核心区面积减少。
- **生态功能上的破碎化**
栖息地内部生态环境质量下降，自然环境因子空间组合不匹配，生境适宜性降低，外部形态没有明显的变化，容易被忽略，现已引起生态学家的高度重视。



生境破碎化图

8.6 案例研究

8.6.1 自然保护区的环境管理

(1) 保护区地点的选择与面积

地点选择：保护区必须有足够复杂的生境类型，保护关键种，特别是关键互惠共生种的生存。

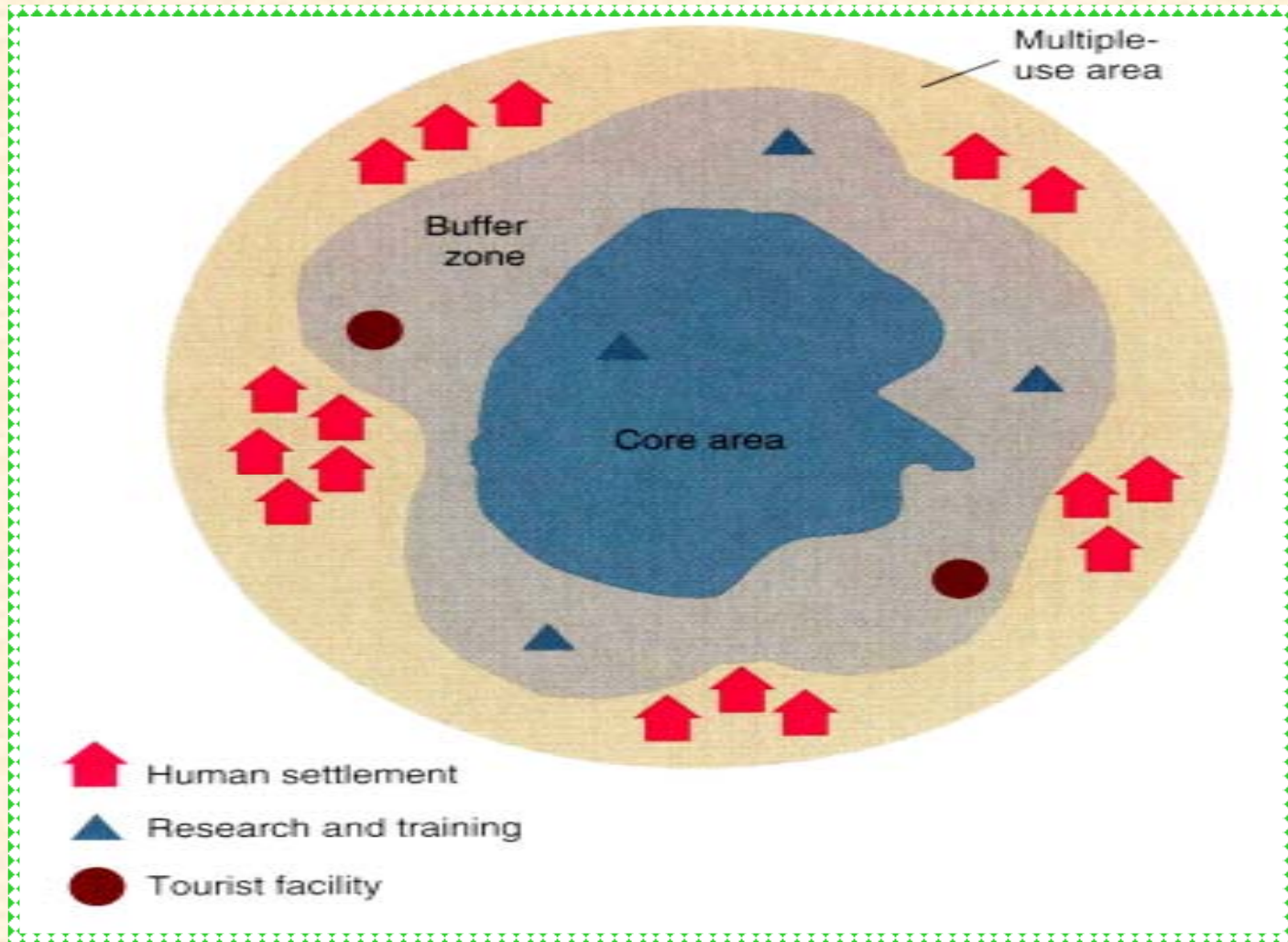
面积确定：按生态系统的平衡假说，面积越大，对生物多样性保护越有利。关键是被保护目标物种生物学特征。周围生态系统与保护区相似的面积可小点。

可可西里自然保护区



保护区腹地内藏羚羊群正在迁徙

(3) 保护区内部的功能分区



错那湖是西藏林错黑颈鹤保护区的核心区，建设中的青藏铁路最近处与其只相差十几米，为保护其不受污染，实行严格施工监控措施。



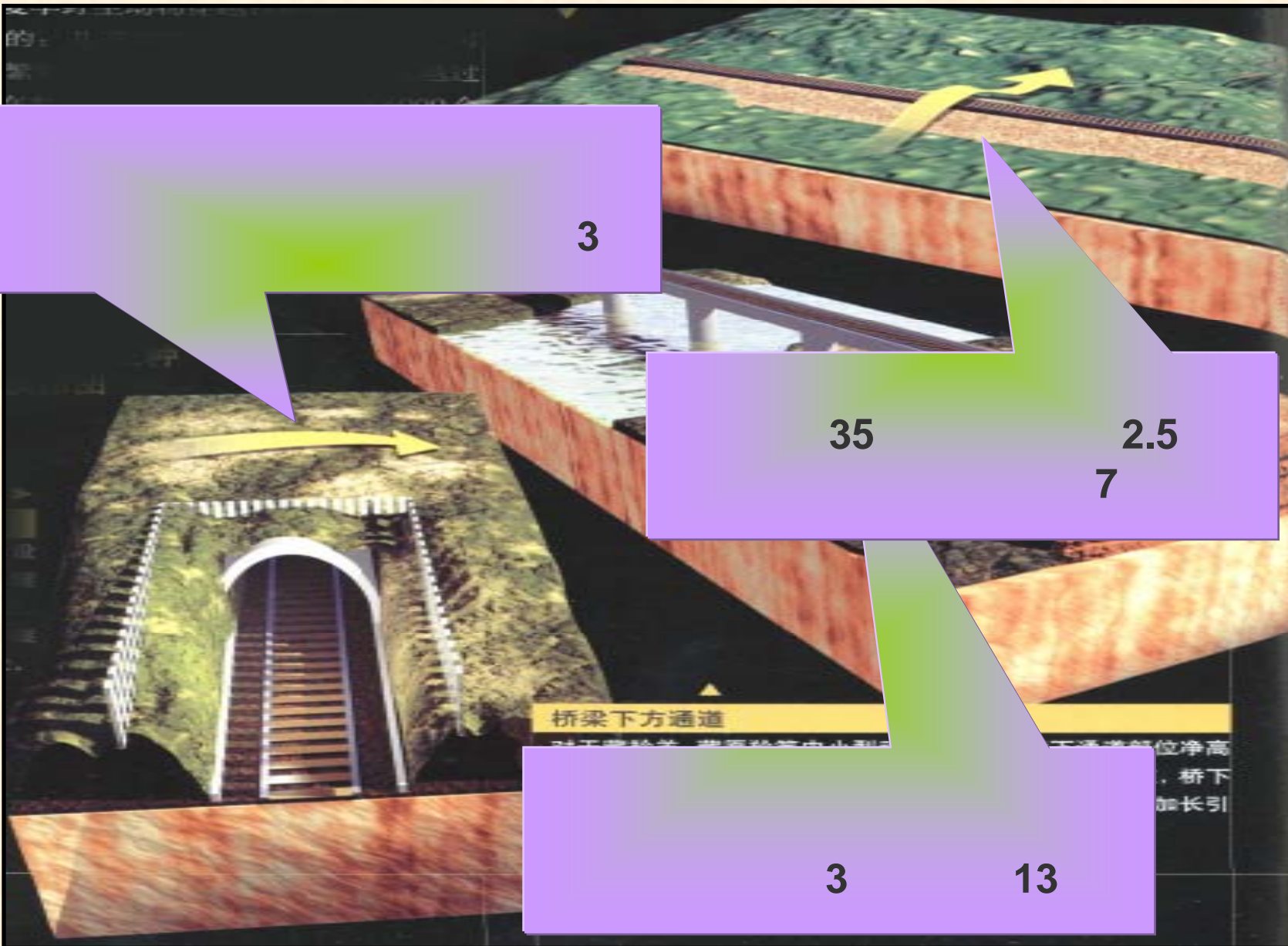
错那湖

(4) 保护区之间的连接和廊道和景观保护



藏族牧民正在进行
植被恢复与再造

青藏铁路野生动物通道模拟图



隧道上方通道：为高山山地动物设计，设置栅栏防止动物进入隧道，与桥梁组成桥隧复合通道，共有3处

缓坡平交通道：铁路两侧路基坡度不大于35度，高度小于2.5米，并设置警示牌，共有7处。

桥梁下方隧道：为藏羚羊、藏原羚等中小型动物设计，桥下通道净高要求大于3米，共有13处

复习思考题

- 1. 为什么说研究生态系统的原理对于解决目前的环境问题具有非常重要的意义？
- 2. 利用岛屿地理学说阐述建立自然保护区的原则。你认为中国的自然保护区存在什么样的环境问题？
- 3. 利用实例说明恢复生态学的研究对于环境问题解决的实际意义。
- 4. 从目前绿色GDP等热点出发，探讨生态系统服务价值评估的现实意义？
- 5. 以中国生态环境退化为例，简述生态恢复的作用。
- 6. 为什么说适度干扰对生态系统有积极的作用？

谢谢!

